

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-346608  
 (43)Date of publication of application : 15.12.2000

(51)Int.Cl. G01B 7/28  
 // G06T 1/00

(21)Application number : 11-157763  
 (22)Date of filing : 04.06.1999

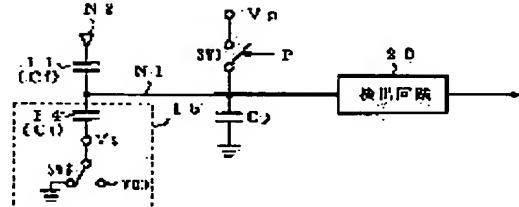
(71)Applicant : NIPPON TELEGR & TELEPH CORP <NTT>  
 (72)Inventor : MORIMURA HIROTOSHI  
 SHIGEMATSU TOMOSHI  
 MACHIDA KATSUYUKI

## (54) SENSOR CIRCUIT FOR RECOGNIZING SURFACE SHAPE

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To improve the detection accuracy of a sensor circuit for recognizing surface shape.

SOLUTION: A sensor circuit for recognizing surface shape is constituted of a capacitance sensor element 11 the capacitance of which changes in accordance with the surface shape, such as the irregularities, etc., of the fingerprint of a finger, a signal generating circuit 15 which generates the voltage signal corresponding to the capacitance of the element 11, and a detection circuit 20 which detects the voltage signal of a node N1 which is the junction between the element 11 and circuit 15. The signal generating circuit 15 is constituted of a capacitive element 14 having a capacitance value  $C_s$ . The first terminal of the element 14 is connected to the node N1 and the voltage at the second terminal of the capacitive element 14 is set at a first potential. After the node N1 is charged with charges, in addition, the charges in the node N1 are extracted by changing the voltage at the second terminal of the capacitive element 14 to a second potential.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 04.06.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3044660

[Date of registration] 17.03.2000

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C): 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号  
特開2000-346608  
(P2000-346608A)

(43)公開日 平成12年12月15日(2000.12.15)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

### 識別記号

F I  
G 01 B 7/28  
G 06 E 15/64

テーマコード(参考)  
2F063  
5B042

審査請求 有 請求項の数 7 Q1 (全 7 頁)

(21)出願番号 特願平11-157763

(22) 出願日 平成11年6月4日(1999.6.4)

(71) 出願人 000004226  
日本電信電話株式会社  
東京都千代田区大手町二丁目3番1号

(72) 発明者 森村 浩季  
東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本  
電信電話株式会社内

(72) 発明者 重松 智志  
東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本  
電信電話株式会社内

(74) 代理人 100064621  
弁理士 山川 政樹

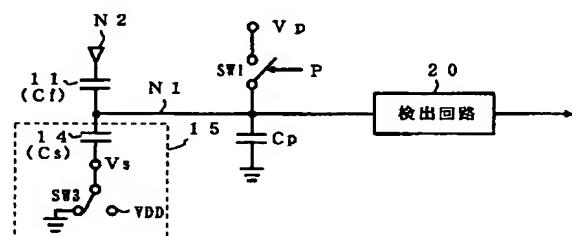
最終頁に統く

(54) 【発明の名称】 表面形状認識用センサ回路

(57)【要約】

【課題】 表面形状認識用センサ回路の検出精度を向上させる。

【解決手段】 指紋の凹凸等、指の表面形状に応じて容量が変化する容量センサ素子11、容量センサ素子の容量に応じた電圧信号を発生させる信号発生回路15、容量センサ素子と信号発生回路との接続点である節点N1の電圧信号を検出する検出回路20から構成される表面形状認識用センサ回路の前記信号発生回路を、容量値Csを有する容量素子14から構成して、容量素子の第1の端子を節点N1に接続し、容量素子の第2の端子の電圧を第1の電位に設定するとともに、節点N1に電荷が充電された後に第2の端子を第2の電位に変化させて節点N1の電荷を引き抜く。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】接觸した対象物の表面形状に応じて容量が変化する容量センサ素子と、前記容量センサ素子に接続されこの容量センサ素子の容量に応じた電圧信号を発生させる信号発生回路と、前記容量センサ素子と信号発生回路との接続点を示す節点に接続され前記節点の電圧信号を検出する検出回路とからなり、前記検出回路は前記節点に電荷が充電された後に前記節点の電圧信号を検出して出力する表面形状認識用センサ回路において、前記信号発生回路は、第1及び第2の端子を有するとともに前記第1の端子が前記節点に接続される容量値C<sub>s</sub>を有する容量素子からなり、前記信号発生回路は、前記容量素子の第2の端子の電圧を第1の電位に設定するとともに、前記節点に電荷が充電された後に前記第2の端子を第2の電位に変化させて前記容量素子から前記電圧信号を発生させることを特徴とする表面形状認識用センサ回路。

【請求項2】請求項1において、

前記第1の電位は表面形状認識用センサ回路の電源電位及びグランド電位の何れか一方に設定されるとともに、前記第2の電位は前記電源電位及びグランド電位の何れか他方に設定されることを特徴とする表面形状認識用センサ回路。

【請求項3】請求項1または請求項2において、前記容量素子は、半導体素子からなることを特徴とする表面形状認識用センサ回路。

【請求項4】請求項3において、

前記半導体素子はMOSトランジスタからなり、前記MOSトランジスタのゲート端子が前記第1の端子となり、前記MOSトランジスタのソース端子及びドレイン端子が前記第2の端子となることを特徴とする表面形状認識用センサ回路。

【請求項5】請求項1ないし請求項4の何れかの請求項において、

前記容量素子の第1の端子に発生する寄生容量値をC<sub>p</sub>、前記容量センサ素子の最大及び最小の容量値をそれぞれC<sub>f</sub>v、C<sub>f</sub>rとしたとき前記容量素子の容量値C<sub>s</sub>は、 $\{(C_f v + C_p) (C_f r + C_p)\}^{1/2}$ に設定されることを特徴とする表面形状認識用センサ回路。

【請求項6】請求項1ないし請求項4の何れかの請求項において、

前記容量素子の容量値C<sub>s</sub>は、前記容量センサ素子の容量値の最大値以下に設定されることを特徴とする表面形状認識用センサ回路。

【請求項7】請求項1ないし請求項4の何れかの請求項において、

前記容量素子の容量値C<sub>s</sub>は、10fFから250fFまでの範囲を有することを特徴とする表面形状認識用センサ回路。

【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、人間の指紋や動物の鼻紋等の微細な凹凸を有する表面形状を検出する表面形状認識用センサ回路に関する。

## 【0002】

【従来の技術】微細な凹凸を有する表面形状を認識するセンサとして、特に指紋検出をターゲットとしたものが報告されている。また、指紋のパターンを検出する技術として、LSI製造技術を用いた容量検出形のセンサが提案されている。これは例えば、'ISSCC DIGEST OF TECHNICAL PAPERS' FEBRUARY 1998 p. 284~285に記載されている。容量検出形のセンサは、図9に示すように、各センスユニット1がLSIチップ上に2次元配列されたセンサアレイ2として構成されており、各センスユニット1の電極と絶縁膜を介して触れた指3の皮膚との間に形成される静電容量を検出して、指紋の凹凸パターンを感知するものである。指紋の凹凸により形成される容量の値が異なるため、この微少な容量差を検出することで指紋の凹凸を感知することができる。

【0003】図7は、この原理を用いた従来のセンサ回路の基本構成を示すブロック図である。すなわち、この表面形状認識用センサ回路は、センスユニット1の電極と絶縁膜を介して触れた指の皮膚との間に形成される容量値C<sub>f</sub>を有する容量センサ素子11と、容量センサ素子11の容量値C<sub>f</sub>に応じた電圧信号を発生するスイッチSW2及び電流源12からなる信号発生回路13と、信号発生回路13による電圧信号を検出する検出回路20と、外部電位V<sub>p</sub>を容量センサ素子11の電極と信号発生回路13との接続点である節点N1に供給するためのスイッチSW1とからなる。なお、図中のC<sub>p</sub>は寄生容量を示す。このような容量センサ素子11、信号発生回路13、検出回路20等により1組のセンスユニット1が構成される。

【0004】ここで容量センサ素子11の値C<sub>f</sub>は、この容量センサ素子11のセンサ電極（即ち、図7の節点N1側に接続されるセンサ素子11の電極）と指の皮膚との距離によって決まるため、指紋の凹凸によって容量センサ素子11の値C<sub>f</sub>は異なる。したがって、指3が図7の節点N2に相当する位置に触ると、指紋の凹凸に応じた電圧信号が節点N1側に出力される。この電圧信号は検出回路20により指紋の凹凸を反映した信号として検出され、その結果、指紋パターンが検出されることになる。

【0005】図8は、図7に示した表面形状認識用センサ回路の動作を説明するためのタイミングチャートである。はじめに、スイッチSW1の開閉を制御する制御信号PはLOWレベルとなっている（図8（a））。また、スイッチSW2の開閉を制御する制御信号SもLOWレベルとなっている（図8（b））。したがって、各

スイッチSW1, SW2は開状態になっている。このとき、節点N1は外部電位Vp以下の電位となっている(図8(c))。

【0006】このような状態において、図8(a)の時点①で制御信号PがLowレベルからHighレベルに変化すると、スイッチSW1が閉じて導通状態となり、その結果、節点N1の電位は外部電位Vpにブリッジされる(図8(c))。

【0007】ブリッジが終了した後、制御信号Pが\*

$$\Delta V = I \Delta t / (C_f + C_p)$$

になる。ただし、Iは電流源12の電流である。

【0008】ここで、電流I、期間 $\Delta t$ 及び寄生容量Cpはそれぞれ一定であるから、電位低下 $\Delta V$ は容量Cfによって決定される。各センスユニット1は容量センサ素子11の電極と指の皮膚との距離によって決まるので、指紋の凹凸によって容量Cfの値は異なる。このこと

$$\Delta V_i = I \Delta t / (C_f v + C_p) - I \Delta t / (C_f r + C_p)$$

となる。このような信号 $\Delta V_i$ が入力信号として検出回路20に与えられるため、検出回路20では、指紋の凹凸が識別され指紋の凹凸を反映した信号を出力することができる。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】図7及び図8に示す従来のセンサ回路は、電流源12により節点N1の電荷の引き抜きを行っている。こうした電流源12は各センスユニット毎に設けられているため、各センスユニット内の各電流源の電流量と電荷を引く抜く時間とを均一に制御する必要があった。しかしながら、実際には全ての電流源を均一に作製することは困難であり、このため各センスユニットからなるセンサ回路全体の検出精度が悪化するという問題があった。したがって本発明は、表面形状認識用センサ回路の検出精度を向上させることを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】このような課題を解決するために本発明は、接触した対象物の表面形状に応じて容量が変化する容量センサ素子と、容量センサ素子の容量に応じた電圧信号を発生させる信号発生回路と、容量センサ素子と信号発生回路との接続点を示す節点に接続され前記節点の電圧信号を検出する検出回路とからなり、検出回路は前記節点に電荷が充電された後に前記節点の電圧信号を検出して出力する表面形状認識用センサ回路であって、信号発生回路を、第1及び第2の端子を有するとともに第1の端子が前記節点に接続される容量値Csを有する容量素子から構成し、容量素子の第2の端子の電圧を第1の電位に設定するとともに、前記節点に電荷が充電された後に第2の端子を第2の電位に変化させて容量素子から電圧信号を発生させるようにしたことにより特徴づけられる。この場合、第1の電位はセン

\*図8(a)の時点②でLowレベルに変化すると同時に制御信号Sが図8(b)に示すようにHighレベルに変化する。これによりスイッチSW1が非導通状態に、スイッチSW2が導通状態になり、電流源12により節点N1に充電された電荷が引き抜かれる。この結果、節点N1の電位が低下する(図8(c))。ここで、制御信号SのHighレベル期間を $\Delta t$ とすると、 $\Delta t$ 経過後の節点N1の電位低下 $\Delta V$ は

(1)

※とから、指紋の凹凸を反映して低下電位 $\Delta V$ の大きさが変化する。

【0009】即ち、指紋の凹部に相当する容量センサ素子11の値をCfv、指紋の凸部に相当する容量センサ素子11の値をCfrとすると、指紋の凹部と凸部の電圧信号の差 $\Delta Vi$ は、図8(c)に示すように、

(2)

サ回路の電源電位及びグランド電位の何れか一方に設定されるとともに、第2の電位は電源電位及びグランド電位の何れか他方に設定される。また、容量素子は、半導体素子から構成されるものである。また、上記半導体素子はMOSトランジスタから構成され、この場合、MOSトランジスタのゲート端子が第1の端子となり、MOSトランジスタのソース端子及びドレイン端子が第2の端子となる。また、容量素子の第1の端子に発生する寄生容量値をCp、容量センサ素子の最大及び最小の容量値をそれぞれCfv、Cfrとしたとき容量素子の容量値Csは、 $\{(Cfv + Cp) / (Cfr + Cp)\}^{1/2}$ に設定されるものである。また、容量素子の容量値Csは、容量センサ素子の容量値の最大値以下に設定されるものである。また、容量素子の容量値Csは、10fFから250fFまでの範囲を有するものである。

【0012】

【発明の実施の形態】以下、本発明について図面を参照して説明する。図1は本発明に係る表面形状認識用センサ回路のブロック図である。図1において、この表面形状認識用センサ回路は、センスユニット1の電極と絶縁膜を介して触れた指の皮膚との間に形成される値Cfを有する容量センサ素子11と、容量センサ素子11の容量値Cfに応じた電圧信号を発生する容量値Csを有する駆動容量素子14を含む信号発生回路15と、信号発生回路15による電圧信号を検出する検出回路20と、外部電位Vpを容量センサ素子11と信号発生回路15との接続点である節点N1に供給するためのスイッチSW1とからなる。なお、図中のCpは寄生容量を示す。このような容量センサ素子11、信号発生回路15、検出回路20等により1組のセンスユニット1が構成される。

【0013】ここで容量センサ素子11の値Cfは、こ

の容量センサ素子11のセンサ電極（即ち、図1の節点N1側に接続されるセンサ素子11の電極）と指の皮膚との距離によって決まるため、指紋の凹凸によって容量センサ素子11の値C<sub>f</sub>は異なる。したがって、指が図1の節点N2に相当する位置に触ると、指紋の凹凸に応じた電圧信号が節点N1側に出力される。この電圧信号は検出回路20により指紋の凹凸を反映した信号として検出され、その結果、指紋パターンが検出される。

【0014】図1に示すセンサ回路内の信号発生回路15は、節点N1の電荷の引き抜きを駆動容量素子14の充放電を用いて行うようにしたものであり、引き抜く電荷量は駆動容量素子14の容量C<sub>s</sub>とその駆動電圧V<sub>s</sub>により制御される。ここで、図1に示す駆動電圧V<sub>s</sub>を、スイッチSW3を介して例えば電源電圧レベル(VDD)またはグランドレベル(GND)に設定することにより引き抜く電荷量を制御する。駆動容量素子14の容量値C<sub>s</sub>の充放電に基づく制御は、図7に示した従来の電流源12の電流値による制御よりも精度が高く、また駆動容量素子14の駆動電圧V<sub>s</sub>の制御は、図8に示\*

$$\Delta V = \Delta V_s / \{1 + (C_f + C_p) / C_s\} \quad (3)$$

【0017】また、この信号変化量のダイナミックレンジ※  $\Delta V_i$  は下記のようになる。

$$\begin{aligned} \Delta V_i &= \Delta V_{MAX} - \Delta V_{MIN} \\ &= \Delta V_s / \{1 + (C_f v + C_p) / C_s\} \\ &\quad - \Delta V_s / \{1 + (C_f r + C_p) / C_s\} \end{aligned} \quad (4)$$

式(4)中のC<sub>f v</sub>は容量センサ素子11の容量C<sub>f</sub>のうち指紋の凹部に相当する容量値、またC<sub>f r</sub>は容量センサ素子11の容量C<sub>f</sub>のうち指紋の凸部に相当する容量値を示す。

【0018】駆動容量素子14は、半導体素子によっても実現でき、特に図3(b)に示すようにMOSトランジスタを図3(a)の駆動容量として用いることができる。図3(b)は、NMOSトランジスタの例であるが、センサ回路の電源電圧の極性が異なる場合はPMOSトランジスタを用いるようにすれば良い。さらに、MOSトランジスタのゲート端子を容量センサ素子11に接続し、ソース端子及びドレイン端子の電圧を制御することで、MOSトランジスタのソース端子及びドレイン★

$$C_s = \{ (C_f v + C_p) (C_f r + C_p) \}^{1/2} \quad (5)$$

のときであり、このようにして駆動容量素子14の値C<sub>s</sub>を選定すればよい。

【0021】ここで、センサ電極のサイズは指紋のパターンとセンサ回路の感度から制限され、20μm角～100μm角程度になる。このときのC<sub>f r</sub>は20fF～350fF、C<sub>f v</sub>は5fF以下、C<sub>p</sub>は10fF～170fF程度になる。C<sub>f v</sub>は小さいので5fFと固定して考えてもよく、C<sub>f r</sub>とC<sub>p</sub>を変化させた場合の駆動容量素子14の値C<sub>s</sub>の最適値は図5のようになる。以上のことから、駆動容量素子14の値C<sub>s</sub>は指紋の凹部の容量C<sub>f v</sub>以下に設定すれば良い。

【0022】さらに、実際の製造では、C<sub>p</sub> = C<sub>f v</sub> /

\* したがって従来の時間制御に比べて簡単かつ高精度で制御できる。

【0015】次に、図2を用い図1の信号発生回路15の信号発生方法について説明する。ここでは表面形状として指の表面を検出する場合について説明する。図2(a)の時点①で制御信号Pの電位をHighレベルにしてスイッチSW1を閉じ外部電位V<sub>p</sub>を節点N1にプリチャージする。その後、図2(a)の時点②で制御信号Pの電位をLowレベルにしてスイッチSW1を開放する。同時に図2(b)に示すように、信号発生回路15内の駆動容量素子14の駆動電圧V<sub>s</sub>を△V<sub>s</sub>だけ低下させて節点N1の電荷を引き抜き、検出回路20側への入力信号を生じさせる。

【0016】ここで、プリチャージ電位をV<sub>p</sub>、容量センサ素子11の値をC<sub>f</sub>、寄生容量値をC<sub>p</sub>、駆動容量素子14の容量値をC<sub>s</sub>、駆動容量素子14の駆動電圧V<sub>s</sub>の変化量を△V<sub>s</sub>とすると、検出回路20側へ与えられる入力信号の変化量△Vは、式(3)のようになる。

$$\Delta V = \Delta V_s / \{1 + (C_f + C_p) / C_s\} \quad (3)$$

※  $\Delta V_i$  は下記のようになる。

★端子の寄生容量が容量センサ素子11に接続されることのない駆動容量素子14を実現できる。

【0019】式(4)に示すダイナミックレンジ△V<sub>i</sub>は検出回路20への入力信号となるので大きいほどよい。ここで寄生容量値C<sub>p</sub> = 50fF、C<sub>f v</sub> = 10fF、C<sub>f r</sub> = 100fF、△V<sub>s</sub> = 2.7Vのときのダイナミックレンジ△V<sub>i</sub>と駆動容量素子14の値C<sub>s</sub>との関係を図4に示す。

【0020】図4において、ダイナミックレンジ△V<sub>i</sub>が最大となる駆動容量素子14の値C<sub>s</sub>が存在し、この場合駆動容量素子14の値C<sub>s</sub>は約95fFである。上記の式(4)からダイナミックレンジ△V<sub>i</sub>が最大になるのは駆動容量素子14の値C<sub>s</sub>が、

$$C_s = \{ (C_f v + C_p) (C_f r + C_p) \}^{1/2} \quad (5)$$

3. C<sub>f v</sub> = C<sub>f r</sub> / 20 と想定する。この場合、駆動容量素子14の値C<sub>s</sub>の最適値は約0.7C<sub>f v</sub>となる。

この関係を図6に示す。したがって、駆動容量素子14の値C<sub>s</sub>はC<sub>f v</sub>の約0.7倍程度が最適であり、その範囲は、上記のC<sub>f v</sub>の範囲から10fF～250fF程度になる。このように、信号発生回路15では、電流源による電荷の引き抜きを行わずに、駆動容量素子14の充放電を利用して節点N1の電荷の引き抜きを行うようにしたため、電流源を多数のセンスユニットに内蔵してその電流量と電荷を引き抜く時間とを精度よく制御するといったようなことが不要になり、したがって簡単な構成でセンサ回路のセンシング精度を向上できる。

## 【0023】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、接触した対象物の表面形状に応じて容量が変化する容量センサ素子、容量センサ素子の容量に応じた電圧信号を発生させる信号発生回路、容量センサ素子と信号発生回路との接続である節点に接続されて電圧信号を検出する検出回路を備えた表面形状認識用センサ回路において、信号発生回路を、第1及び第2の端子を有するとともに第1の端子が前記節点に接続される容量値C<sub>s</sub>を有する容量素子から構成し、容量素子の第2の端子の電圧を第1の電位に設定するとともに、前記節点に電荷が充電された後に第2の端子を第2の電位に変化させて容量素子から電圧信号を発生させるようにしたので、電流源を多数のセンスユニットに内蔵して各電流源の電流量と電荷を引き抜く時間を精度よく制御するようなことが回避され、したがってセンサ回路の検出精度を向上できる。また、このとき容量素子の第2の端子に印加する第1の電位を電源電位及びグランド電位の何れか一方に設定するとともに、前記第2の端子に印加する第2の電位を電源電位及びグランド電位の何れか他方に設定するようにしたので、第2の端子の電位を制御する場合、簡単な構成で制御できる。また、容量素子を、半導体素子から構成するとともに、上記半導体素子であるMOSトランジスタのゲート端子を第1の端子とし、かつこのトランジスタのソース端子及びドレイン端子を第2の端子とするようにしたので、精度の良い容量素子を作製できる。また、容量素子の第1の端子に発生する寄生容量値をC<sub>p</sub>、容量センサ素子の最大及び最小の容量値をそれぞれC<sub>f v</sub>、C<sub>f r</sub>としたとき容量素子の容量値C<sub>s</sub>を、\*

\* { (C<sub>f v</sub> + C<sub>p</sub>) (C<sub>f r</sub> + C<sub>p</sub>) } <sup>1/2</sup> に設定するようにしたので、表面形状として指紋の凹凸を検出する場合、指紋の凹部と凸部とを的確に識別できる。また、容量素子の容量値C<sub>s</sub>を容量センサ素子の容量の最大値以下に設定するようにしたので、微細な凹凸を有する対象物の表面形状を精度良く検出できる。また、容量素子の容量値C<sub>s</sub>を10fFから250fFまでの範囲としたので、精度の良い容量素子を容易に製造することができる。

## 10 【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明に係る表面形状認識用センサ回路のブロック図である。

【図2】 図1のセンサ回路の動作状況を示すタイムチャートである。

【図3】 図1のセンサ回路を構成する信号発生回路内の駆動容量素子の例を示す図である。

【図4】 図1のセンサ回路の特性図である。

【図5】 図1のセンサ回路の特性図である。

【図6】 図1のセンサ回路の特性図である。

20 【図7】 従来のセンサ回路のブロック図である。

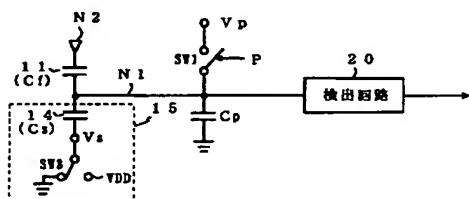
【図8】 図7のセンサ回路の動作状況を示すタイムチャートである。

【図9】 各センスユニットが格子状に形成されたセンサアレイを示す図である。

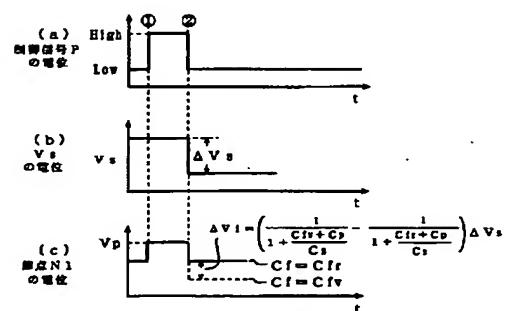
## 【符号の説明】

1…センスユニット、2…センサアレイ、3…指、11…容量センサ素子、14…駆動容量素子、15…信号発生回路、20…検出回路、SW1、SW3…スイッチ、C<sub>p</sub>…寄生容量、N1、N2…節点、V<sub>p</sub>…外部電圧。

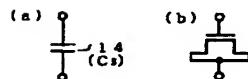
【図1】



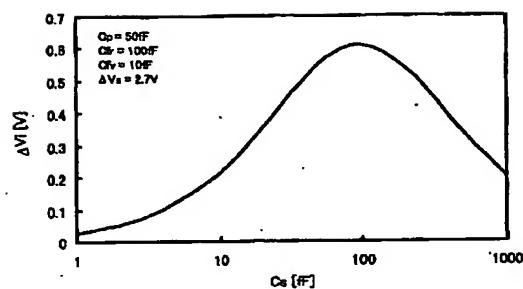
【図2】



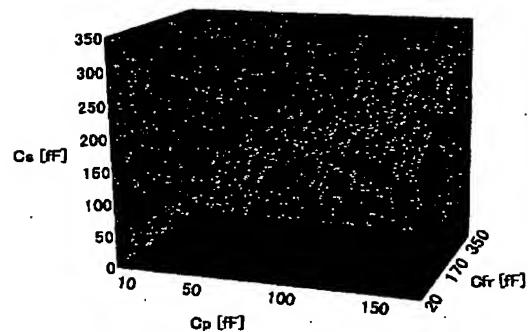
【図3】



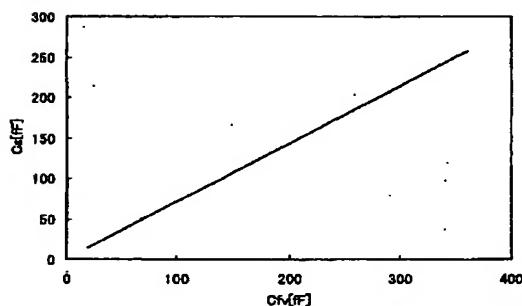
【図4】



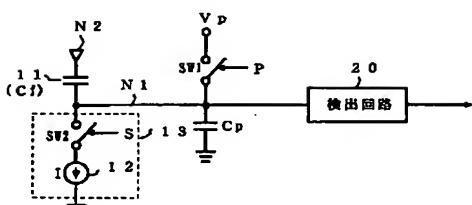
【図5】



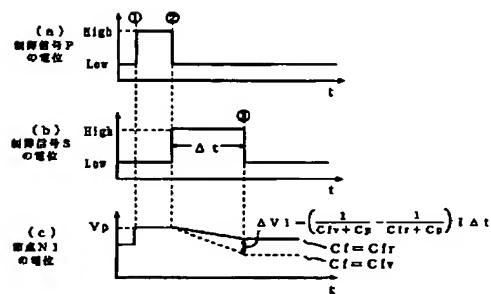
【図6】



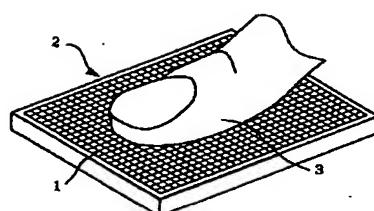
【図7】



【図8】



【図9】



フロントページの続き

(72)発明者 町田 克之  
東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本  
電信電話株式会社内

F ターム(参考) 2F063 AA43 BA29 DA02 DA05 DD07  
HA04 LA00  
5B047 AA25